

(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-307258

(43)公開日 平成5年(1993)11月19日

(51)Int.Cl. ⁵	識別記号	庁内整理番号	FI	技術表示箇所
G 0 3 F 1/08	A	7369-2H		
H 0 1 L 21/027		7352-4M	H 0 1 L 21/ 30	3 0 1 P
		7352-4M		3 1 1 W

審査請求 未請求 請求項の数7(全 11 頁)

(21)出願番号 特願平4-110546

(22)出願日 平成4年(1992)4月30日

(71)出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(71)出願人 000233468

日立超エル・エス・アイ・エンジニアリング株式会社

東京都小平市上水本町5丁目20番1号

(71)出願人 000233480

日立電子エンジニアリング株式会社

東京都千代田区大手町2丁目6番2号

(74)代理人 弁理士 筒井 大和

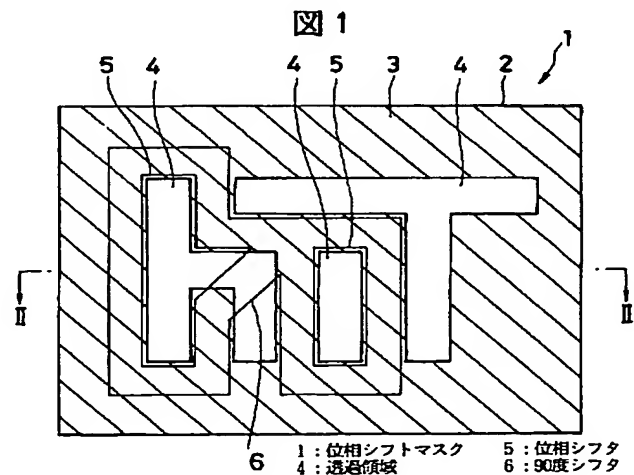
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 フォトマスクおよびその製造方法

(57)【要約】

【目的】 多段方式による位相シフトマスクのパターン転写精度を向上させる。また、多段方式による位相シフトマスクの製造工程を簡略化する。

【構成】 透過領域4の一部に位相シフト5および90度シフト6をそれぞれ配置した位相シフトマスク1において、透過領域4の一部の開口幅を意図的に拡大し、そこに90度シフト6を配置することにより、半導体ウエハ上の対応する領域における露光量の減少を低減することができるようにした。また、位相シフト5と90度シフト6とを同一の製造工程で形成することにより、多段方式の位相シフトマスク1の製造工程を簡略化した。



1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 ガラス基板上の透過領域の一部に透過光の位相を180度変化させる位相シフトと、透過光の位相を90度変化させる、または0度から180度まで段階的に変化させる第二の位相シフトをそれぞれ配置したフォトマスクであって、開口幅の広い透過領域に前記第二の位相シフトを配置したことを特徴とするフォトマスク。

【請求項2】 ガラス基板上の透過領域の一部に透過光の位相を180度変化させる位相シフトと、透過光の位相を90度変化させる、または0度から180度まで段階的に変化させる第二の位相シフトをそれぞれ配置したフォトマスクであって、前記第二の位相シフトを配置する透過領域の開口幅を広げたことを特徴とするフォトマスク。

【請求項3】 前記第二の位相シフトの幅を透過領域または遮光領域の最小幅よりも小さくしたことを特徴とする請求項1または2記載のフォトマスク。

【請求項4】 請求項1、2または3記載のフォトマスクの製造方法であって、所定の遮光領域および透過領域をそれぞれ形成したガラス基板上に位相シフト材料となる薄膜を堆積した後、前記薄膜の上部に所定のパターンのレジストを形成する工程、前記レジストをマスクにして前記薄膜を異方的にエッチングした後、前記レジストを等方的に後退させてその面積を縮小する工程、前記小面積のレジストをマスクにして前記薄膜の一部を異方的にエッチングすることにより、位相シフトおよび第二の位相シフトをそれぞれ形成する工程を有することを特徴とするフォトマスクの製造方法。

【請求項5】 請求項1、2または3記載のフォトマスクの製造方法であって、所定の遮光領域および透過領域をそれぞれ形成したガラス基板上に位相シフト材料となる第一の薄膜を堆積した後、前記第一の薄膜の上部に薄いエッチングストップ層を堆積する工程、前記エッチングストップ層の上部に位相シフト材料となる第二の薄膜を堆積した後、前記第二の薄膜の上部に所定のパターンのレジストを形成する工程、前記レジストをマスクにして前記第二の薄膜を等方的にエッチングすることにより位相シフトを形成する工程、前記レジストをマスクにして前記エッチングストップ層と前記第一の薄膜とを異方的にエッチングすることにより前記位相シフトの周囲に第二の位相シフトを形成する工程を有することを特徴とするフォトマスクの製造方法。

【請求項6】 請求項1、2または3記載のフォトマスクの製造方法であって、所定の遮光領域および透過領域をそれぞれ形成したガラス基板上に互いのエッチングレートが異なる第一および第二の薄膜をそれぞれ堆積した後、前記第二の薄膜の上部に所定のパターンのレジストを形成する工程、前記レジストをマスクにして前記第二の薄膜を等方的にエッチングすることにより位相シフト

2

を形成する工程、前記フォトレジストをマスクにして前記第一の薄膜を異方的にエッチングすることにより、前記位相シフトの周囲に第二の位相シフトを形成する工程を有することを特徴とするフォトマスクの製造方法。

【請求項7】 請求項1、2または3記載のフォトマスクの製造方法であって、所定の遮光領域および透過領域をそれぞれ形成したガラス基板上に互いのエッチングレートが異なる第一および第二の薄膜をそれぞれ堆積した後、前記第二の薄膜の上部に所定のパターンのフォトレジストを形成する工程、前記フォトレジストをマスクにして前記第二の薄膜を異方的にエッチングすることにより位相シフトを形成する工程、前記フォトレジストをマスクにして前記第一の薄膜を等方的にエッチングすることにより前記位相シフトの周囲に第二の位相シフトを形成する工程を有することを特徴とするフォトマスクの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、半導体製造工程などで使用されるフォトマスクおよびその製造技術に関し、特に、位相シフトマスクに適用して有効な技術に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、0.5 μm から0.3 μm 以下の微細なパターンの加工技術を必要とする超LSIの製造工程では、フォトマスクを透過する光の位相を反転させて投影像のコントラストを向上させる位相シフト技術の導入が検討されている。

【0003】上記位相シフト技術は、各種の方式が提案されているが、その代表的なものとして、フォトマスク上の遮光領域を挟む一对の透過領域の一方に透過光の位相を180度変化させる位相シフトを配置する、いわゆるレベンソン方式（特開昭62-50811号公報）がある。

【0004】しかしながら、上記レベンソン方式は、①図24に示すような透過領域4と遮光領域3とが複雑に組み合わせられたパターンに矛盾なく位相シフトを配置することができない。また、例えば図25に示すような「h」型のパターンでは、その透過領域4の一部に位相シフトを配置することができない、②ボジ型のフォトレジストを使うには、二度露光の必要があるなど、実用上の制約が多い。

【0005】そこで、レベンソン方式の上述した制約を解消する方式として、いわゆる多段方式が提案されている。これは、通常の位相シフトの周辺部に透過光の位相を90度変化させる位相シフト（以下、90度シフトという）、あるいは0度から180度まで段階的に変化させる位相シフト（以下、傾斜シフトという）を配置するもので、例えば前記図25に示した「h」型のパターンの場合は、図26に示す位置に位相シフト5および90度シフト（または傾斜シフト）6がそれぞれ配置され

る。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、前述した多段方式の位相シフトマスクは、パターン幅の狭い透過領域に90度シフト（または傾斜シフト）を配置したときに、半導体ウエハ上の対応する領域で露光量が減少するため、パターンの転写精度が低下するという問題がある。

【0007】また、多段方式の位相シフトマスクを製造するには、通常の位相シフトを形成した後、集束イオンビーム（FIB）を用いてその一部を局部的にエッチングして90度シフトを形成するか、あるいは通常の位相シフトを形成した後、イオンアシストCVD法もしくは光CVD法を用いてその近傍に局部的に膜を堆積して90度シフトを形成する必要があるため、FIB装置あるいはCVD装置などの装置が必要となるのみならず、フォトリソの製造工程が煩雑になるという問題がある。

【0008】そこで、本発明の目的は、フォトリソのパターン転写精度を低下させることなく、透過領域の一部に90度シフト（または傾斜シフト）を配置することのできる技術を提供することにある。

【0009】本発明の他の目的は、90度シフト（または傾斜シフト）を有するフォトリソの製造工程を簡略化することのできる技術を提供することにある。

【0010】本発明の前記ならびにその他の目的と新規な特徴は、本明細書の記述および添付図面から明らかになるであろう。

【0011】

【課題を解決するための手段】本願において開示される発明のうち、代表的なものの概要を簡単に説明すれば、次のとおりである。

【0012】本発明による多段方式の位相シフトマスクは、開口幅の広い透過領域に90度シフト（または傾斜シフト）を配置するか、あるいは90度シフト（または傾斜シフト）を配置する透過領域の開口幅を広げたものである。

【0013】多段方式の位相シフトマスクを形成するには、一例として、所定の遮光領域および透過領域をそれぞれ形成したガラス基板上に位相シフト材料となる薄膜を堆積した後、前記薄膜の上部に所定のパターンのレジストを形成し、次いで、前記レジストをマスクにして前記薄膜を異方的にエッチングした後、前記レジストを等方的に後退させてその面積を縮小し、次いで、前記小面積のレジストをマスクにして前記薄膜の一部を異方的にエッチングする。

【0014】

【作用】上記した位相シフトマスクによれば、半導体ウエハ上の対応する領域における露光量の減少を低減することができるので、多段方式の位相シフトマスクのパターン転写精度を向上させることが可能となる。

【0015】また、上記した位相シフトマスクの製造方法によれば、位相シフトと第二の位相シフトとを同一の製造工程で形成することができるので、多段方式の位相シフトマスクの製造工程を簡略化することができる。

【0016】

【実施例】図1は、本発明の一実施例である多段方式の位相シフトマスク1の要部平面図、図2は、図1のII-II線における断面図である。

【0017】この位相シフトマスク1は、半導体ウエハに所定の集積回路パターンを転写するための、例えば実寸の5倍の寸法の集積回路パターンの原画が形成されたレチクルである。

【0018】屈折率が1.47程度の合成石英からなる透明なガラス基板2上の有効露光領域内には、クロムまたは酸化クロムなどの金属膜からなる遮光領域3によって囲まれた透過領域4が設けられている。この透過領域4は、一例として「h」、「i」および「T」形のパターンからなる。

【0019】上記「h」形の透過領域4の一部と「i」形の透過領域4の全面とは、透過光の位相を180度変化させる位相シフト5が配置されている。「h」形の透過領域4の一部には、透過光の位相を90度変化させる90度シフト6が配置されている。「T」形の透過領域4には、位相シフト5も90度シフト6も配置されていない。そして、これらにより、90度シフト6を配置した領域を除く透過領域4は、相隣り合う領域を透過する露光光の位相が互いに180度変化するように構成されている。

【0020】上記位相シフト5および90度シフト6は、スピニングガラスのような透明な薄膜からなる。位相シフト5の膜厚（ d_1 ）は、露光光の波長を λ 、露光雰囲気中の屈折率を n_0 、位相シフト5の屈折率を n_1 としたとき、

$$d_1 \equiv [\lambda / 2 (n_1 - n_0)]$$

となるように設定されている。また、90度シフト6の膜厚（ d_2 ）は、

$$d_2 \equiv [\lambda / 4 (n_1 - n_0)]$$

となるように設定されている。

【0021】本実施例では、「h」形の透過領域4の一部に90度シフト6を配置する際、開口幅の広い領域に90度シフト6を配置している。これにより、半導体ウエハ上の対応する領域における露光量の減少を低減することができるので、位相シフトマスク1のパターン転写精度を向上させることが可能となる。

【0022】図3および図4に示す位相シフトマスク1は、透過領域4の一部の開口幅を意図的に拡大し、そこに90度シフト6を配置した一実施例である。この場合も、半導体ウエハ上の対応する領域における露光量の減少を低減することができるので、位相シフトマスク1のパターン転写精度を向上させることが可能となる。

5

【0023】図5は、複数の矩形のパターンからなる透過領域4の一部に位相シフト5および90度シフト6を配置した一実施例である。この場合も、開口幅の広い領域に90度シフト6を配置することにより、半導体ウエハ上の対応する領域における露光量の減少を低減することができる。

【0024】また、図6は、前記図24に示したパターンの透過領域4の一部に位相シフト5および90度シフト6をそれぞれ配置した一実施例である。この場合も、開口幅の広い領域に90度シフト6を配置するか、または開口幅を広げた領域に90度シフト6を配置することにより、半導体ウエハ上の対応する領域における露光量の減少を低減することができる。

【0025】次に、上記位相シフトマスク1の製造方法の一実施例を図7～図10を用いて説明する。

【0026】まず、図7に示すように、電子線描画法などを用いた周知のフォトマスクの製造方法によって遮光領域3および透過領域4をそれぞれ形成したガラス基板2上にスピノングラス膜7をスピノングラス膜7をスピノングラス膜7上に所定のパターンのレジスト8を形成する。

【0027】この場合、スピノングラス膜7の膜厚(d_1)は、下記の式

$$d_1 \approx [\lambda / 2 (n_1 - n_0)]$$

(式中、 λ は露光光の波長、 n_0 は露光雰囲気屈折率、 n_1 はスピノングラスの屈折率をそれぞれ表す)を満足するように設定される。

【0028】次に、図8に示すように、上記レジスト8をマスクにしてスピノングラス膜7を異方的にエッチングした後、図9に示すように、酸素やオゾンを用いたアッシングなどによってレジスト8を等方的に後退させてその面積を縮小する。

【0029】次に、図10に示すように、上記小面積のレジスト8をマスクにしてスピノングラス膜7の一部を異方的にエッチングし、その膜厚を半分程度にすることにより、レジスト8の下部に位相シフト5が、またこの位相シフト5の周囲に90度シフト6がそれぞれ形成される。その後、位相シフト5上のレジスト8をアッシングなどで除去することにより、前記図3、図4に示す位相シフトマスク1が完成する。

【0030】上記した製造方法によれば、位相シフト5と90度シフト6とを同一の工程で形成することができるので、多段方式の位相シフトマスク1の製造工程を簡略化することができる。また、90度シフト6を形成する際、FIB装置やCVD装置なども不要である。

【0031】なお、上記した製造方法によれば、90度シフト6は、遮光領域3の上部を含む位相シフト5の周囲全体に形成される。従って、90度シフト6の一部が隣接する透過領域4上にまたがって配置されることによってパターン転写精度が低下するのを防止するため、9

6

0度シフト6の幅は、遮光領域3の最小幅よりも小さくする必要がある。

【0032】次に、上記位相シフトマスク1の製造方法の他の実施例を図11～図14を用いて説明する。

【0033】この実施例では、遮光領域3および透過領域4をそれぞれ形成したガラス基板2上にスピノングラス膜7をスピノングラス膜7をスピノングラス膜7をスピノングラス膜7を下部スピノングラス膜7aと上部スピノングラス膜7bとに分け、その中間に薄いエッチングストッパ層9を設ける。また、上部スピノングラス膜7b上には、所定のパターンのレジスト8が形成される。

【0034】上記エッチングストッパ層9は、エッチングレートがスピノングラスと異なる材料、例えば窒化シリコン膜で構成する。この場合、下部スピノングラス膜7aおよび上部スピノングラス膜7bのそれぞれの膜厚(d_1)は、下記の式

$$d_1 \approx [\lambda / 4 (n_1 - n_0)]$$

(式中、 λ は露光光の波長、 n_0 は露光雰囲気屈折率、 n_1 はスピノングラスの屈折率をそれぞれ表す)を満足するように設定される。

【0035】次に、図12に示すように、レジスト8をマスクにして上部スピノングラス膜7bを等方的にエッチングすることによって位相シフト5を形成した後、図13に示すように、上記レジスト8をマスクにしてエッチングストッパ層9をエッチングすることにより、レジスト8の下部にのみエッチングストッパ層9を残す。

【0036】次に、図14に示すように、上記エッチングストッパ層9をマスクにして下部スピノングラス膜7aを異方的にエッチングすることによって、位相シフト5の周囲に下部スピノングラス膜7aと薄いエッチングストッパ層9との積層膜からなる90度シフト6を形成し、その後、位相シフト5上のレジスト8を除去することにより、位相シフトマスク1が完成する。なお、下部スピノングラス膜7aをエッチングする際、レジスト8をマスクとしてもよい。

【0037】上記した製造方法によれば、位相シフト5と90度シフト6とを連続した工程で形成することができるので、多段方式の位相シフトマスク1の製造工程を簡略化することができる。また、90度シフト6を形成する際、FIB装置やCVD装置なども不要である。

【0038】図15～図17に示す製造方法は、下部スピノングラス膜7aと上部スピノングラス膜7bとの中間に薄いエッチングストッパ層9を設ける上記の方法に代えて、下部スピノングラス膜7aと上部スピノングラス膜7bとを互いのエッチングレートが異なるスピノングラスで構成した例である。

【0039】互いのエッチングレートが異なるスピノングラスの組み合わせとしては、低温でベークしたスピノングラスと高温でベークしたスピノングラスとを

7

例示することができる。

【0040】この場合は、図16に示すように、レジスト8をマスクにして上部スピノングラス膜7bを等方的にエッチングすることによって位相シフト5を形成した後、図17に示すように、上記レジスト8をマスクにして下部スピノングラス膜7aを異方的にエッチングすることにより、位相シフト5の周囲に下部スピノングラス膜7aからなる90度シフト6を形成する。

【0041】上記した製造方法によれば、位相シフト5と90度シフト6とを同一の工程で形成することができるので、多段方式の位相シフトマスク1の製造工程を簡略化することができる。また、90度シフト6を形成する際、FIB装置やCVD装置なども不要である。

【0042】図18～図19に示す製造方法は、上記した製造方法に代えて、まず、フォトリソレジスト8をマスクにして上部スピノングラス膜7bを異方的にエッチングし(図18)、その後、上記レジスト8をマスクにして下部スピノングラス膜7aを等方的にエッチングすることにより、位相シフト5の周囲に上部スピノングラス膜7bからなる90度シフト6を形成するものである。

【0043】この場合も、位相シフト5と90度シフト6とを同一の工程で形成することができるので、多段方式の位相シフトマスク1の製造工程を簡略化することができる。また、90度シフト6を形成する際、FIB装置やCVD装置なども不要である。

【0044】図20に示す製造方法は、レジスト8をマスクにしてスピノングラス膜7を等方的にエッチングした後、レジスト8および遮光膜をマスクにしてガラス基板2をエッチングすることにより、位相シフト5と90度シフト6とを同一の工程で形成するものである。

【0045】この場合、スピノングラス膜7の膜厚(d1)は、下記の式

$$d1 \approx [\lambda / 4 (n1 - n0)]$$

(式中、λは露光光の波長、n0は露光雰囲気気の屈折率、n1はスピノングラスの屈折率をそれぞれ表す)を満足するように設定され、ガラス基板2をエッチングする際の掘り込み深さ(d3)は、下記の式

$$d3 \approx [\lambda / 4 (n3 - n0)]$$

(式中、λは露光光の波長、n0は露光雰囲気気の屈折率、n3はガラス基板2の屈折率をそれぞれ表す)を満足するように設定される。

【0046】また、この方法では、ガラス基板2の所定の深さの位置にエッチングストッパ層を設けたり、遮光膜とガラス基板2との間にガラスとは異なる材料の薄膜層を形成し、この薄膜層を掘り込んだりしてもよい。

【0047】図21に示す製造方法は、遮光膜の下層に互いのエッチングレートが異なる下部スピノングラス膜7aと上部スピノングラス膜7bとを積層し、まず、レジスト8をマスクにして上部スピノングラス膜

8

7bを異方的にエッチングした後、レジスト8および遮光膜をマスクにして下部スピノングラス膜7aを等方的にエッチングすることにより、位相シフト5と90度シフト6とを同一のマスクを使って形成するものである。

【0048】以上、本発明者によってなされた発明を実施例に基づき具体的に説明したが、本発明は前記実施例に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲で種々変更可能であることはいうまでもない。

【0049】前記実施例では、位相シフトの周囲に透過光の位相を90度変化させる90度シフトを形成する場合について説明したが、図22に示すように、位相シフト5の周囲に透過光の位相を0度から180度まで段階的に変化させる傾斜シフト10を形成する場合にも適用することができる。

【0050】上記傾斜シフト10は、周知の低選択エッチング法またはスパッタエッチング法を利用することにより、FIB装置やCVD装置などを使用することなく形成することができる。

【0051】前記実施例では、ネガ形のフォトリソレジストを使用する位相シフトマスクに適用した場合について説明したが、ポジ形のフォトリソレジストを使用する位相シフトマスクに適用することもできる。

【0052】図23は、前記図3および図4に示す位相シフトマスクに形成されたパターンと同一のパターンをポジ形のフォトリソレジストを使って半導体ウエハ上に転写する位相シフトマスク1に本発明を適用した実施例である。

【0053】この場合、90度シフト6が配置される透過領域3の最小幅部分を拡大することによって、半導体ウエハ上の対応する領域における露光量の減少を低減してもよい。

【0054】前記実施例では、位相シフトおよび90度シフトをスピノングラス膜で構成した場合について説明したが、位相シフトおよび90度シフトを他の材料、例えばCVD法で堆積した酸化シリコン膜などで構成する場合にも適用することができる。

【0055】

【発明の効果】本願によって開示される発明のうち、代表的なものによって得られる効果を簡単に説明すれば、以下の通りである。

【0056】本発明によれば、半導体ウエハ上の対応する領域における露光量の減少を低減することができるので、多段方式の位相シフトマスクのパターン転写精度を向上させることが可能となる。

【0057】本発明によれば、位相シフトと第二の位相シフトとを同一の製造工程で形成することができるので、多段方式の位相シフトマスクの製造工程を簡略化することができる。

【図面の簡単な説明】

10

20

30

40

50

9

【図 1】本発明の一実施例である位相シフトマスクの要部平面図である。

【図 2】図 1 の II-II 線における断面図である。

【図 3】本発明の他の実施例である位相シフトマスクの要部平面図である。

【図 4】図 3 の VI-VI 線における断面図である。

【図 5】本発明の他の実施例である位相シフトマスクの要部平面図である。

【図 6】本発明の他の実施例である位相シフトマスクの要部平面図である。

【図 7】本発明による位相シフトマスクの製造方法の一実施例を示すガラス基板の要部断面図である。

【図 8】本発明による位相シフトマスクの製造方法の一実施例を示すガラス基板の要部断面図である。

【図 9】本発明による位相シフトマスクの製造方法の一実施例を示すガラス基板の要部断面図である。

【図 10】本発明による位相シフトマスクの製造方法の一実施例を示すガラス基板の要部断面図である。

【図 11】本発明による位相シフトマスクの製造方法の他の実施例を示すガラス基板の要部断面図である。

【図 12】本発明による位相シフトマスクの製造方法の他の実施例を示すガラス基板の要部断面図である。

【図 13】本発明による位相シフトマスクの製造方法の他の実施例を示すガラス基板の要部断面図である。

【図 14】本発明による位相シフトマスクの製造方法の他の実施例を示すガラス基板の要部断面図である。

【図 15】本発明による位相シフトマスクの製造方法の他の実施例を示すガラス基板の要部断面図である。

【図 16】本発明による位相シフトマスクの製造方法の他の実施例を示すガラス基板の要部断面図である。

【図 17】本発明による位相シフトマスクの製造方法の他の実施例を示すガラス基板の要部断面図である。

*

10

* 【図 18】本発明による位相シフトマスクの製造方法の他の実施例を示すガラス基板の要部断面図である。

【図 19】本発明による位相シフトマスクの製造方法の他の実施例を示すガラス基板の要部断面図である。

【図 20】本発明による位相シフトマスクの製造方法の他の実施例を示すガラス基板の要部断面図である。

【図 21】本発明による位相シフトマスクの製造方法の他の実施例を示すガラス基板の要部断面図である。

【図 22】本発明の他の実施例である位相シフトマスクの要部断面図である。

【図 23】本発明の他の実施例である位相シフトマスクの要部平面図である。

【図 24】従来の位相シフトマスクの要部平面図である。

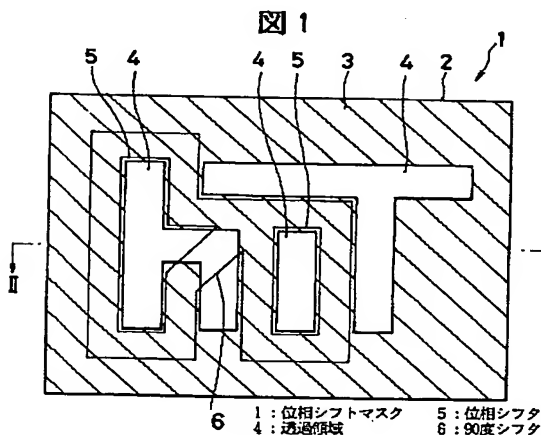
【図 25】位相シフトマスクのパターンの一例を示す要部平面図である。

【図 26】従来の位相シフトマスクの要部平面図である。

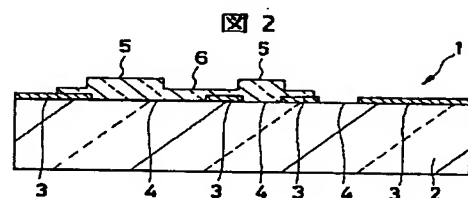
【符号の説明】

- 1 位相シフトマスク
- 2 ガラス基板
- 3 遮光領域
- 4 透過領域
- 5 位相シフト
- 6 90度シフト
- 7 スピンオンガラス膜
- 7 a 下部スピンオンガラス膜
- 7 b 上部スピンオンガラス膜
- 8 レジスト
- 9 エッチングストップ層
- 10 傾斜シフト

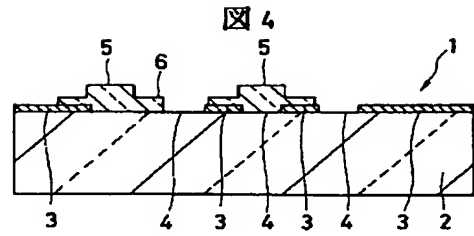
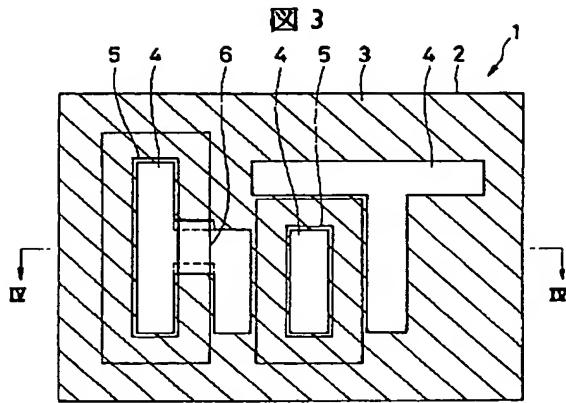
【図 1】



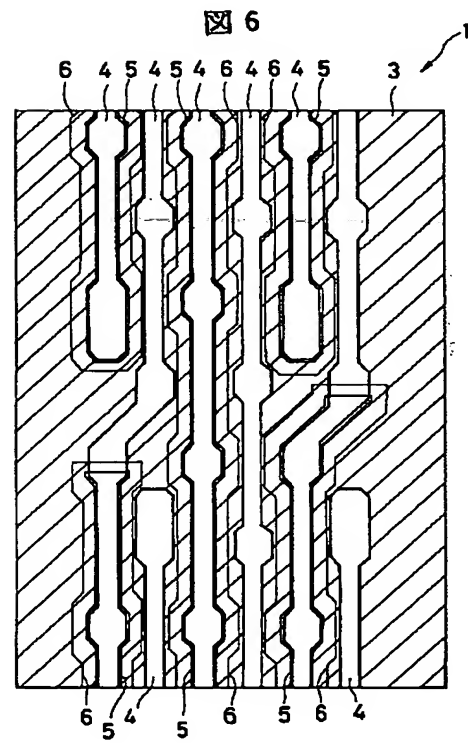
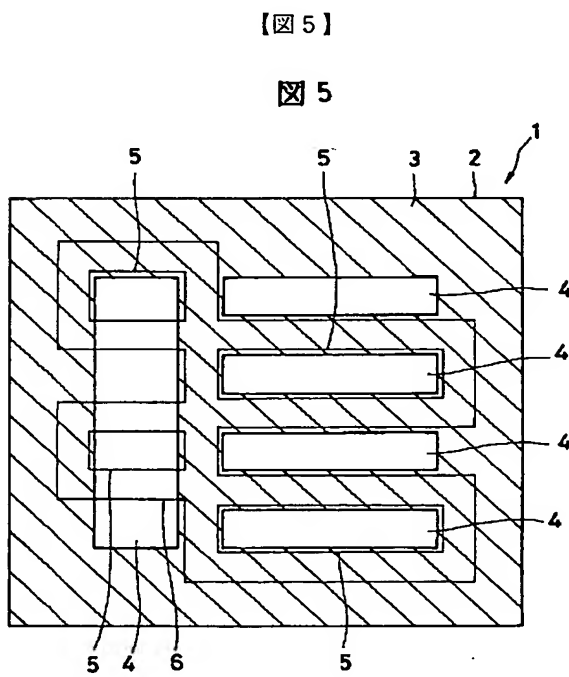
【図 2】



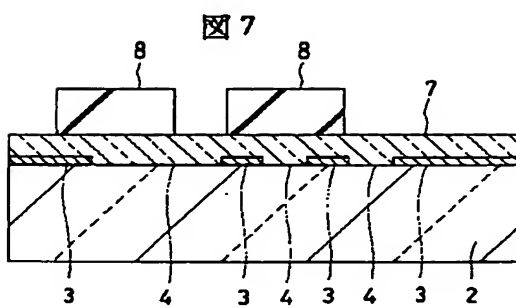
【図 4】



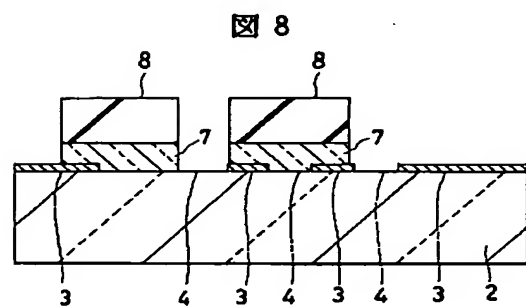
【図 6】



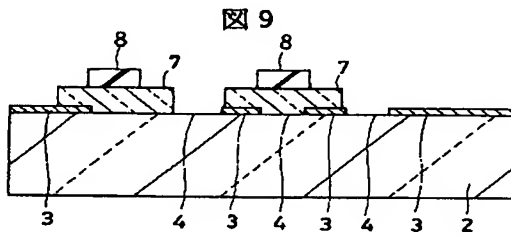
【图 7】



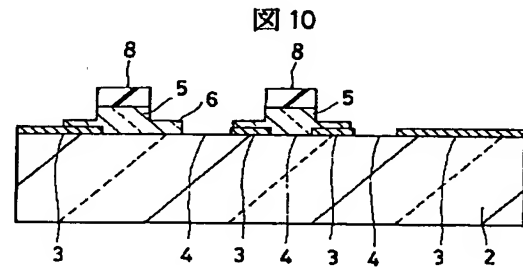
【図 8】



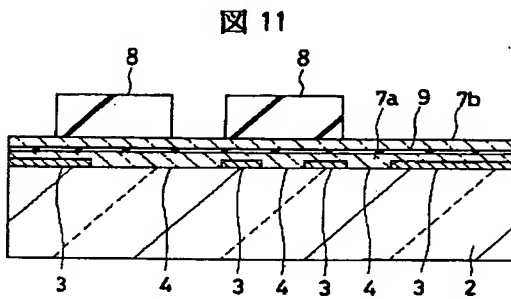
【図9】



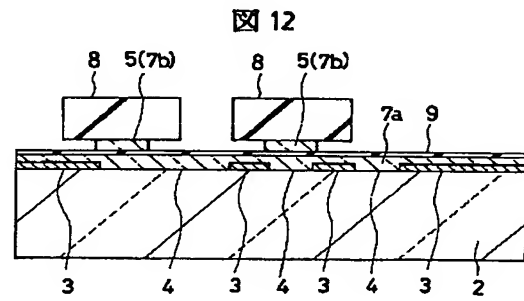
【図10】



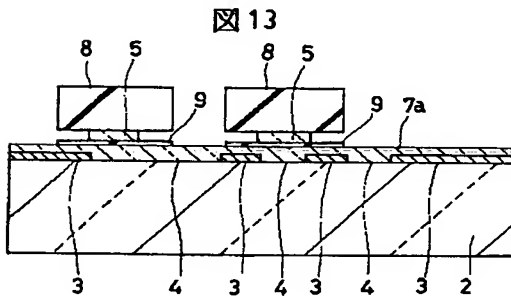
【図11】



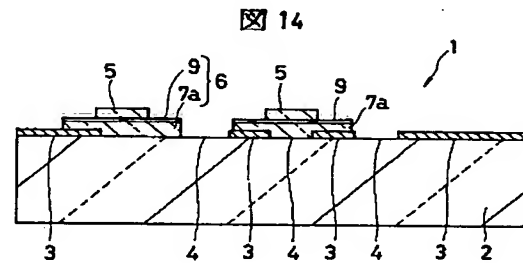
【図12】



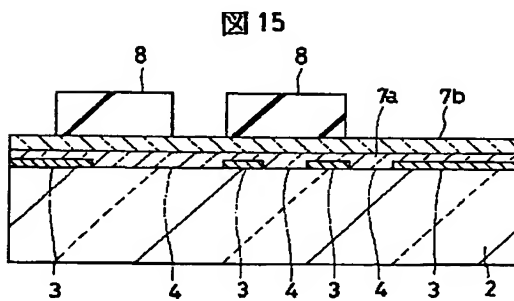
【図13】



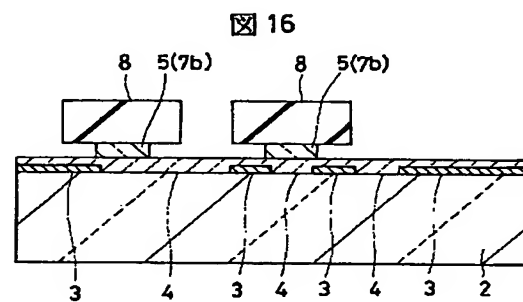
【図14】



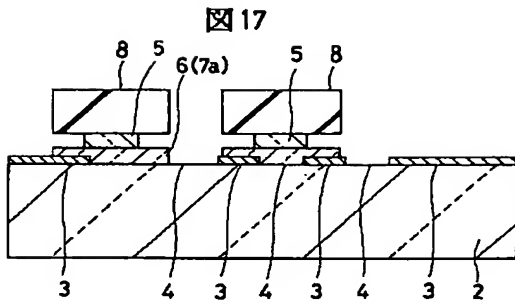
【図15】



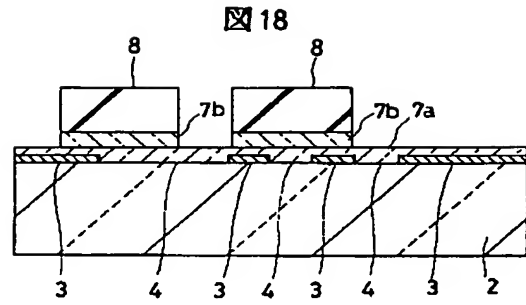
【図16】



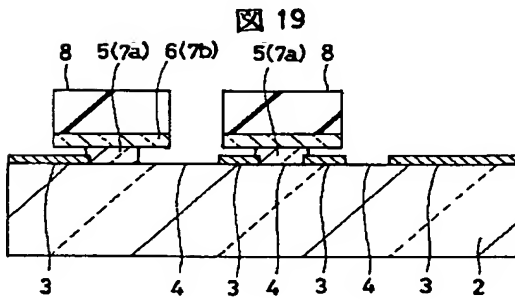
【図 17】



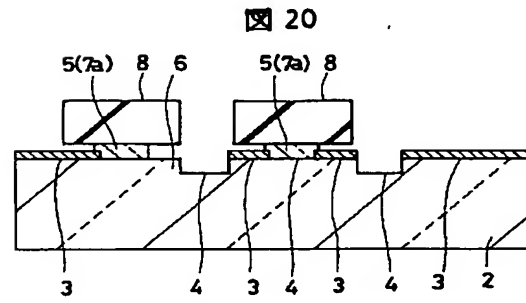
【図 18】



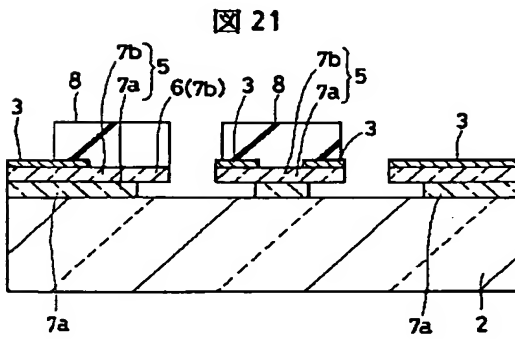
【図 19】



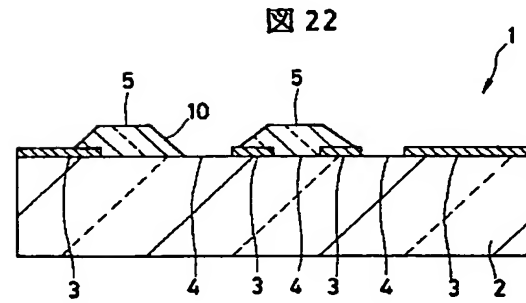
【図 20】



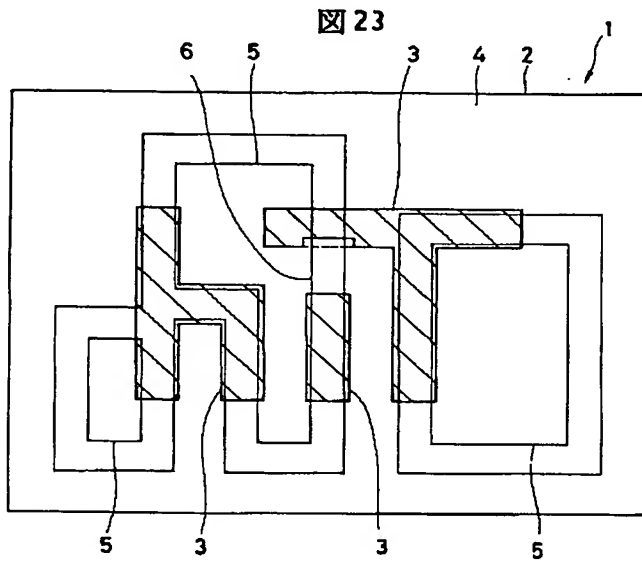
【図 21】



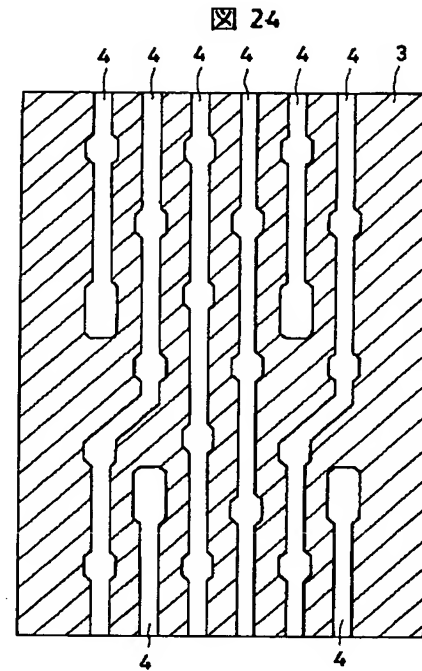
【図 22】



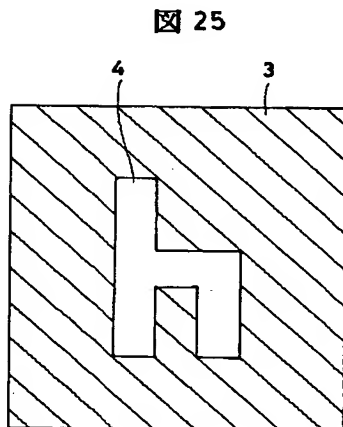
【図23】



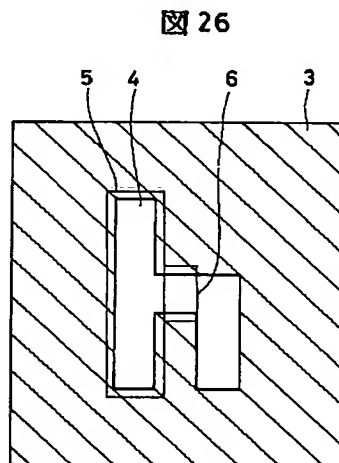
【図24】



【図25】



【図26】



フロントページの続き

(72)発明者 森内 昇
東京都青梅市今井2326番地 株式会社日立
製作所デバイス開発センタ内

(72)発明者 森田 正行
東京都小平市上水本町5丁目20番1号 日
立超エル・エス・アイ・エンジニアリング
株式会社内

(72)発明者 曾田 祐一
東京都千代田区大手町二丁目 6 番 2 号 日
立電子エンジニアリング株式会社内

(72)発明者 白井 精一郎
東京都青梅市今井2326番地 株式会社日立
製作所デバイス開発センタ内

2004 年 10 月 20 日 第 2004-2005 年度

THIS PAGE BLANK (USPTO)